

## Funkční bloky pro generování koordinovaného pohybu

Tomáš Popule<sup>1</sup>, Alois Krejčí<sup>2</sup>, Martin Goubej<sup>3</sup>

### 1 Úvod

Řídicí systémy strojů, manipulátorů, robotů a příbuzných zařízení obsahují nejrůznější úlohy řízení pohybu. Vývoj takových systémů je značně složitý a údržba a inovace je velmi nákladná. Proto bylo vhodné zavést standardy pro podporu řízení pohybu. Na to reagovalo sdružení PLCopen vydáním normy „PLCopen Motion Control Specifications“, jejíž aktuální verze viz. PLCopen (2011). Norma definovala opakovatelně využitelné základní funkční bloky pro řízení pohybu. Řídicí systém pak vznikne jejich vhodným sestavením. Výhoda tohoto řešení spočívá například ve snadném rozšíření systému či méně komplikovaných změnách jeho nastavení.

Specifikace PLCopen by měla být brána jako otevřený rámec bez hardwarových závislostí. Norma obsahuje tyto části: generování pohybu v jedné ose, synchronizovaný pohyb více os (např. elektronická vačka a převodovka) a koordinovaný pohyb více os.

### 2 Knihovna pro koordinovaný pohyb

Koordinovaným pohybem se zabývá část normy PLCopen (2008). Tato skupina bloků se stará o generování pohybu v obecném prostoru. Základní rozdělení těchto bloků je na bloky administrativní a na bloky generující pohyb. Na Obr. 1a je uvedena ukázka některých bloků.

#### 2.1 Administrativní bloky

Tyto bloky negenerují žádný pohyb. Starají se například o sestavení skupiny os, nastavení transformací mezi jednotlivými souřadnými systémy. Dále se pomocí nich lze například číst stav, v jakém se skupina os nachází, číst aktuální poloha, rychlost a zrychlení.

#### 2.2 Pohybové bloky

Základní křivky, které je možné generovat, jsou pohyb po přímce (blok MoveLinear) a po kružnici (blok MoveCircular). Pokud bychom ovšem chtěli generovat složitější pohyb, je nutné použít blok MovePath, kde je možné zadat NURBS křivku 5. řádu.

Poslední pohybový blok je MoveDirect. Ten je vhodné použít pokud se chceme dostat do zadané pozice co nejrychleji. Výpočet probíhá tak, že se každá osa snaží dostat co nejrychleji do cílové polohy (nezávisle na ostatních osách). Tímto způsobem je cílová poloha dosažena nejrychleji, ovšem výsledná trajektorie v prostoru je nedefinovaná. Je tedy nutné dát pozor,

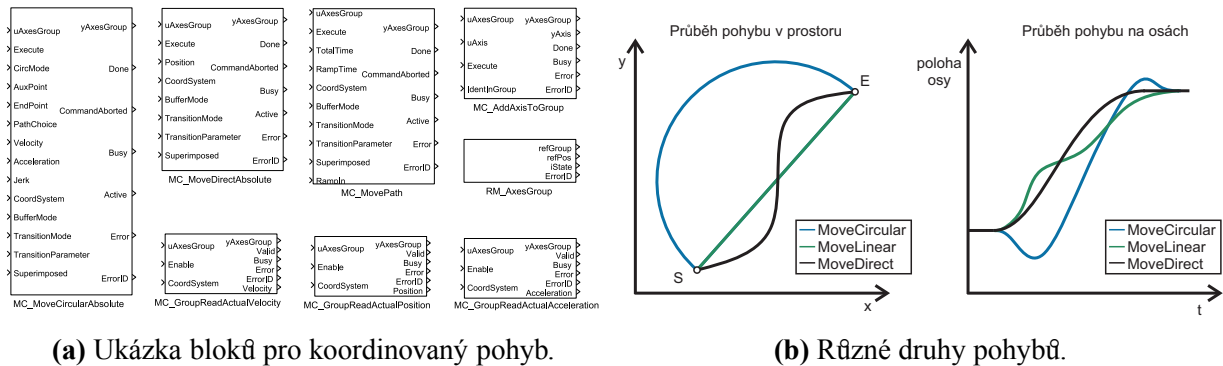
<sup>1</sup> student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, specializace Aplikované vědy a informatika, e-mail: populet@ntis.zcu.cz

<sup>2</sup> student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, specializace Aplikované vědy a informatika, e-mail: krejcia@ntis.zcu.cz

<sup>3</sup> student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, specializace Aplikované vědy a informatika, e-mail: mgoubej@kky.zcu.cz

jestli je bezpečné tento blok použít.

Na Obr. 1b je uvedena ukázka pohybu po přímce, kružnici a přímého pohybu. Vlevo jsou zobrazeny tyto trajektorie v prostoru manipulátoru, vpravo pak jejich přepočítání do souřadného systému os.



Obrázek 1: Koordinovaný pohyb.

### 2.3 Míchání pohybů (Blending)

Standardní chování při pohybu je následující. Skupina os vždy provede pohyb do požadované pozice, kde zastaví přesně na cílovém místě a uvede se do klidu. Následující pohyb se do této doby nespustí. V mnoha aplikacích může být ovšem toto neustálé zastavování a rozjíždění nežádoucí a je nutné generovat přechody mezi těmito pohyby.

Použití míchání pohybů je vhodné například v následujících případech: Pro zrychlení výroby, kdy odpadne nutnost neustálého zastavování a rozjíždění. Pro generování hladších trajektorií a tím snížení mechanického namáhání. Pro aplikace vyžadující pohyby s konstantní rychlostí (např. nanášení lepidla, barvení, svařování, ...).

## 3 Závěr

V současné době je již hotova většina bloků a probíhá zejména jejich testování a oprava nalezených chyb. Všechny bloky jsou implementovány v jazyce C a je tedy splněn požadavek na hardwarovou nezávislost.

Nejzásadnější problém, který je potřeba vyřešit, je správná implementace blendingu (míchání pohybu). Pro pohyby po přímce je řešení relativně jednoduché. Problém ale nastává pro ostatní pohyby (kružnice, obecná spline křivka). Kde již není jednoduché říct, jakým způsobem by se mělo proložení provést.

### Poděkování

Práce byla podpořena projektem SGS-2013-041.

### Literatura

PLCopen, 2011. *Part 1 - Function Blocks for Motion Control*. (Technical Specification version 2.0)

PLCopen, 2008. *Part 4 – Coordinated Motion*. (Technical Specification version 1.0)